



利用打点计时器 研究匀变速直线运动



河南省淮阳中学物理组 刘华东



目标定位

➤学习目标

1. 通过设计方案并进行具体操作，经历研究匀变速直线运动的过程，体验验证过程和物理学研究方法.
2. 掌握用纸带记录和处理信息的方法，并会求瞬时速度和加速度.
3. 通过实验探究，体会学习的快乐，激发学习的兴趣；培养学生的观察和实践能力. 进而达到培养物理学科素养的目标.

➤重点

设计实验方案及数据的采集和处理.

➤难点

实验方案的创新设计，误差分析.



教学过程设计



方案设计与交流



小组实验与展示



实验创新与改进



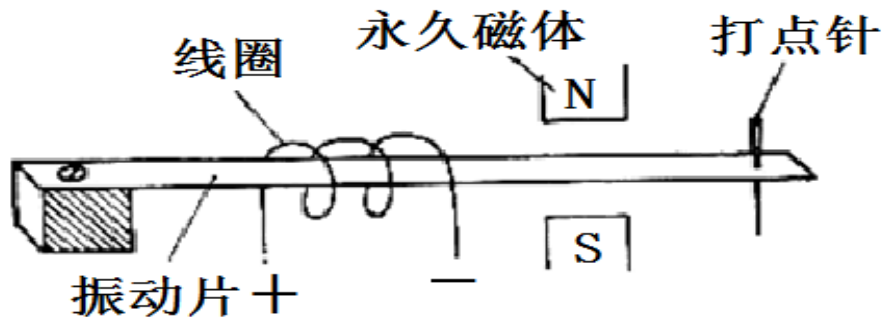
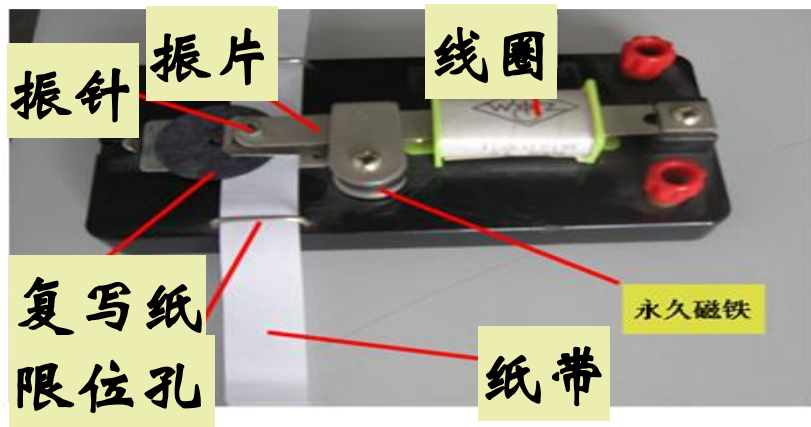
课前导学 1. 电磁打点计时器

工作电压: 交流电6V以下.

打点周期: $T = 0.02s$.

打点方式: 利用振动的振针打点.

记录信息: 时间和位移.





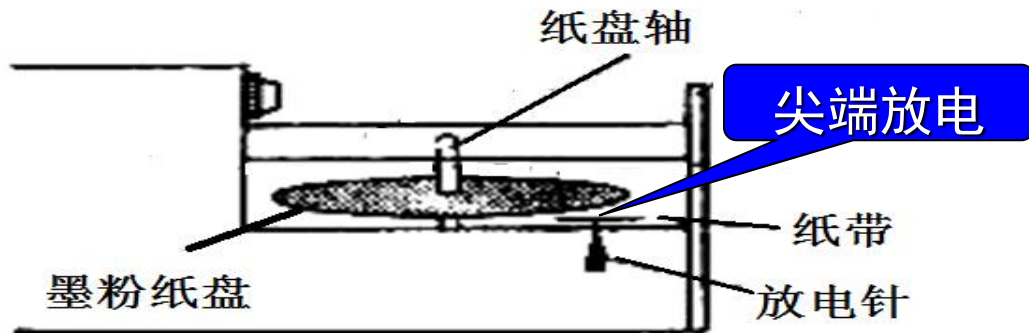
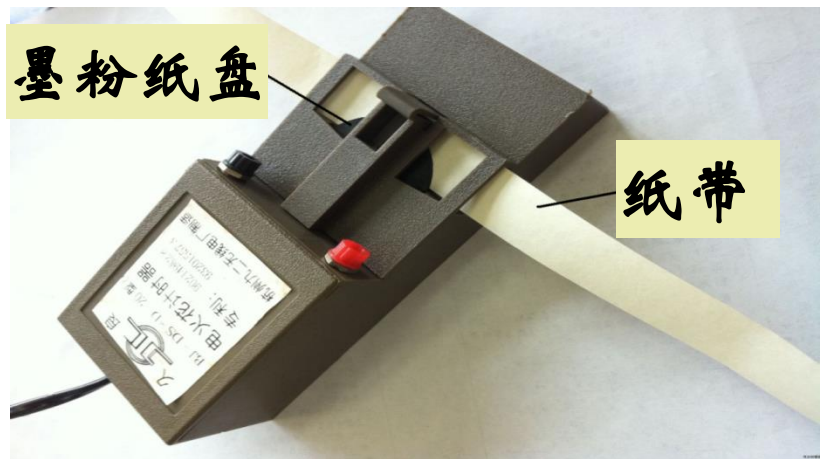
课前导学 2. 电火花计时器

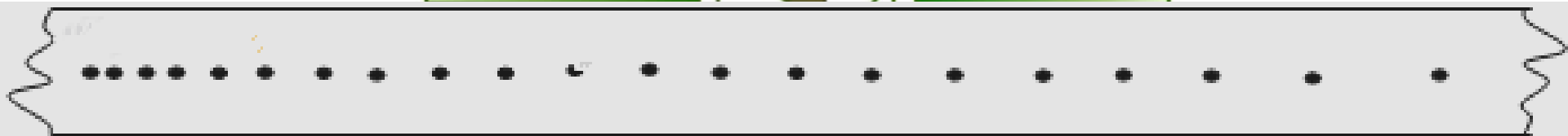
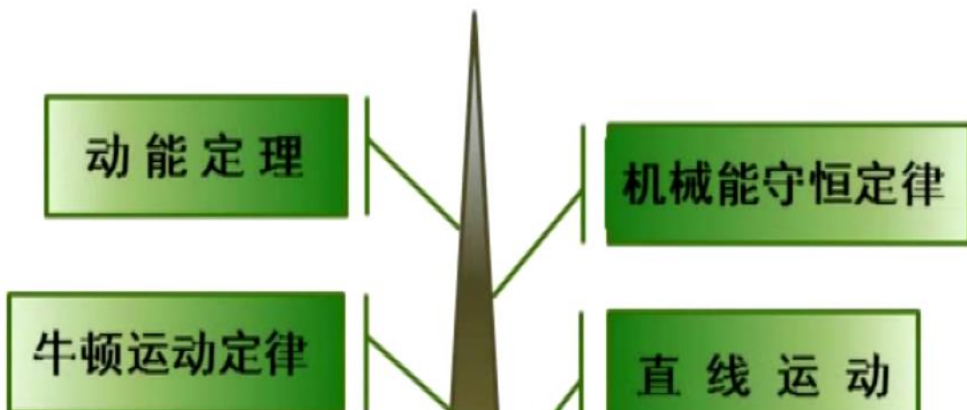
工作电压：交流电220V。

打点周期： $T = 0.02S$ 。

打点方式：利用火花放电打点。

记录信息：时间和位移。





纸带：研究动力学的“根”



同时记录了运动的时空信息 → 求瞬时速度和加速度

打点计时器：一个重要的实验工具



环节一：方案的设计与交流

提前布置设计利用打点计时器研究匀变速直线运动的方案。

方案要点：

1. 画出实验装置图；
2. 简要写出实验原理、步骤和绘制测量数据表格；
3. 如何处理纸带？如何求加速度？
4. 实验可能存在哪些误差？

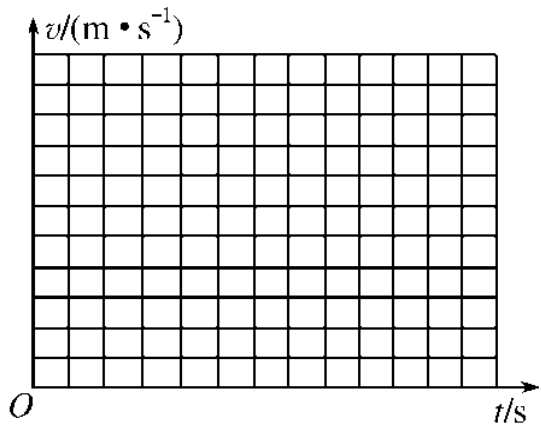
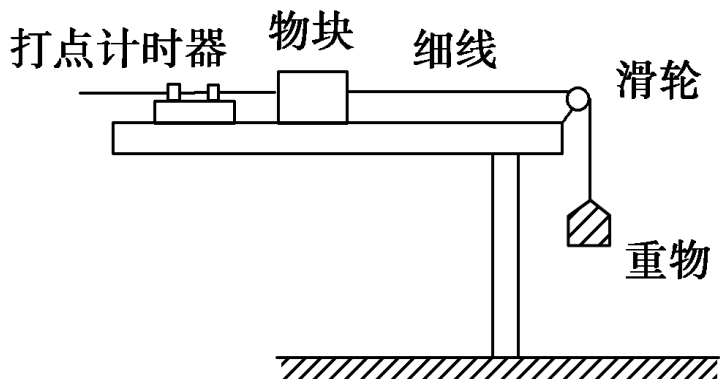


环节一:

方案的设计与交流

小组轮流展示汇报实验方案，其他同学认真思考并提出该方案可行否，有无需要修改的地方。

环节一：方案的设计与交流



方案
1

到测量数据表格； 3. 如何处理纸带？如何求加速度？

实验步骤

- ① 将纸带穿过限位孔，穿过打点计时器
- ② 打开打点计时器，释放小车。
- ③ 关闭打点计时器，取出纸带处理纸带

① 除去前面几个点，后面每隔5个点，次列出差值

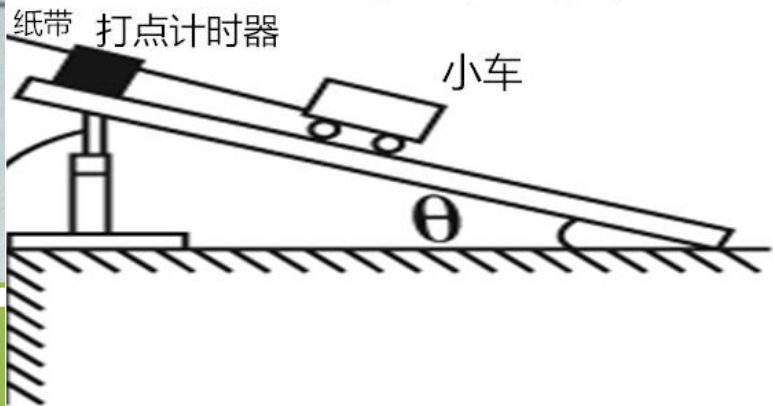
② 算出每个时间点的速度填入表格

③ 画出 $v-t$ 图像分析加速度原理

一段位初中间时刻速度等于这一段位移的平均速度。

1. 画出实验装置图；
2. 简要写出实验原理、步骤和绘制测量数据表格；
3. 如何处理纸带？如何求加速度？
4. 实验可能存在哪些误差？

1
装置图



计时器固定在平板上，让纸带穿
 (2) 将小车停在打点计时器附
 部与纸带相连。(3) 接通电源。
 时器稳定后释放小车。(4) 测
 关闭电源，取出纸带。

方案
2

舍去纸带上密集的上
 选取计数点把每打

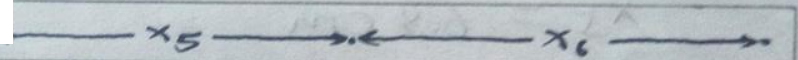
$$\frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$$

间单位。

(3) 计算加速度 $a =$

4 误差分析

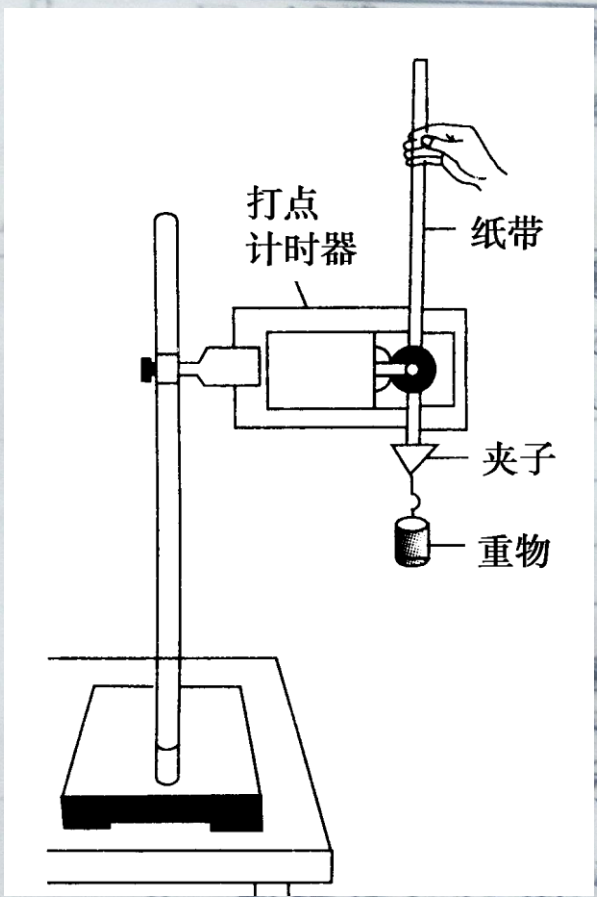
- (1) 长木板粗糙程度不均匀，小车运动时加速度有变化造成误差。
- (2) 电源频率不稳定，造成打点的时间间隔不完全相同。
- (3) 使用刻度尺测量计数点的距离时有误差。



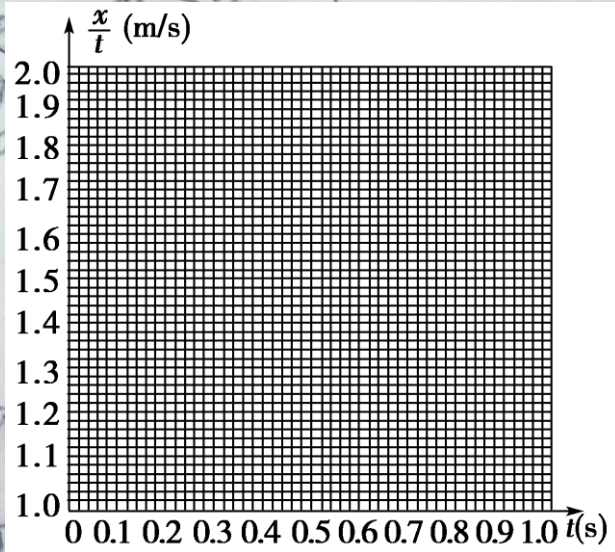
1. 画出实验装置图；
2. 简要写出实验原理、步骤和绘制测量数据表格；
3. 如何处理纸带？如何求加速度？
4. 实验可能存在哪些误差？

铁架

方案 3



理：由运动图像观察其运动原理
 步骤：(1) 按如图甲所示装置将纸带固定，穿过打点计时器，提着纸带，让重物静止在靠近打点计时器的地方，接通电源，待打点稳定后，取 1、2 点的纸带，沿各点列



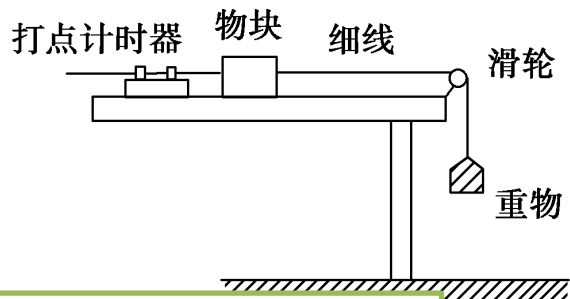
点：①使用刻度尺测量时出现作图误差
 ②频率不稳定，造成打

$$\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$$
 图像斜率为 $\frac{1}{2}a$ 可求加速度。

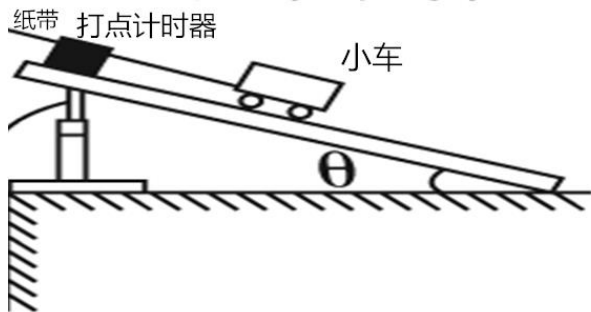
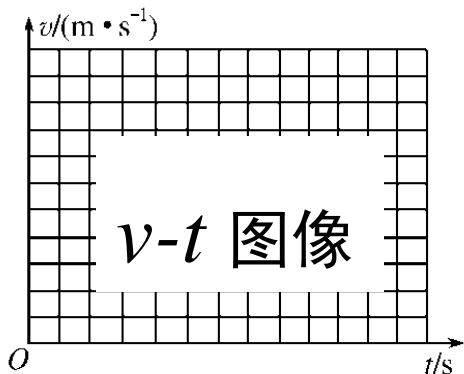
4. 由 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$



实验装置方案

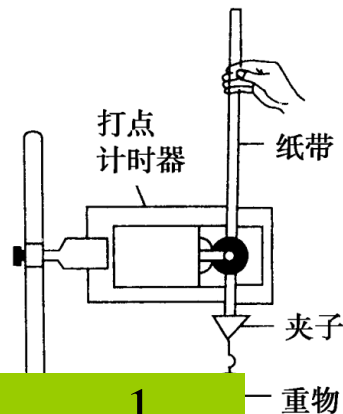


数据处理方案



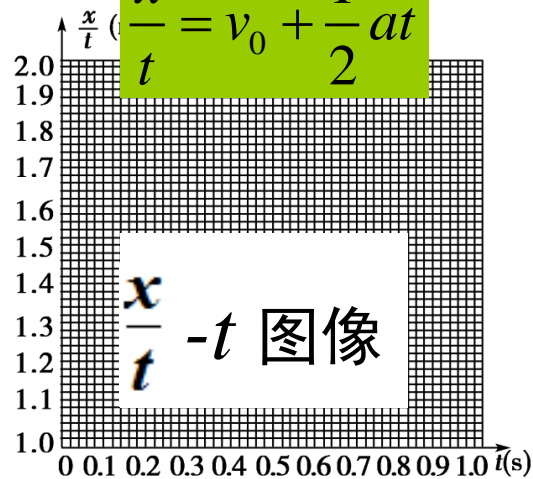
$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$$

逐差法



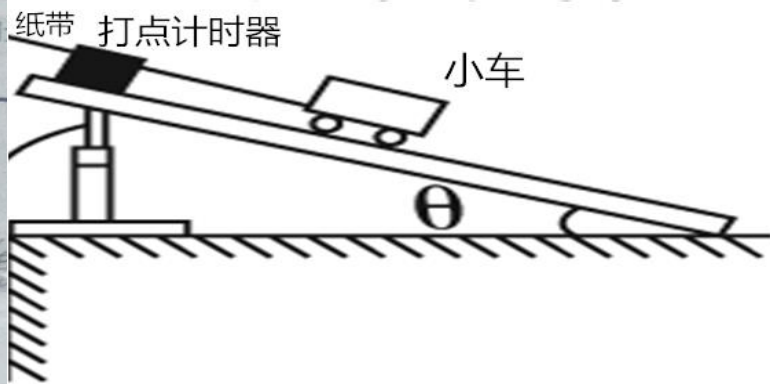
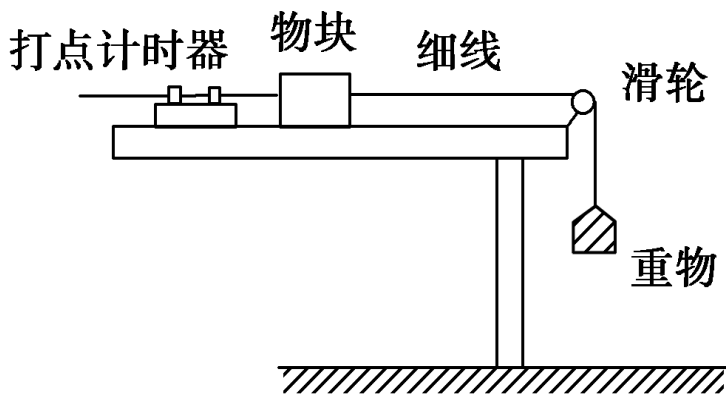
$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2} a t$$





环节一：方案的设计与交流



方案
1
2

质疑：用不用 $M \gg m$?

质疑：用不用平衡摩擦力?

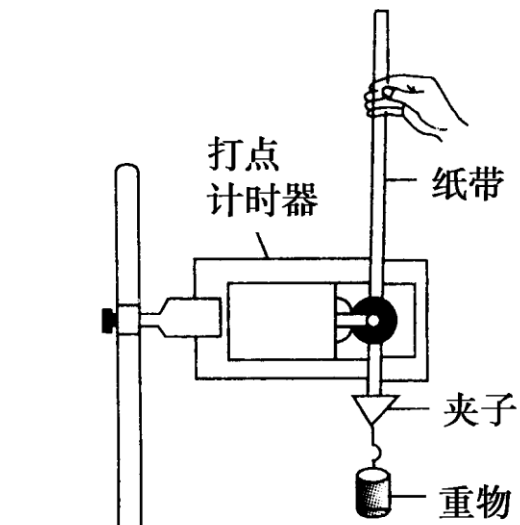
① 除去前面几个点，后面每隔
出是区高
间点，白速度填

② 画出 $v-t$ 图像分析加速度
速度的平均
速度。

1. 画出实验装置图；
2. 简要写出实验原理、步骤和绘制测量数据表格；
3. 如何处理纸带？如何求加速度？
4. 实验可能存在哪些误差？

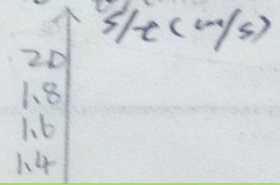
铁架

方案 3



质疑：纸带上尽量多打点？

理：由运动图像观察其运动原理
 步骤：(1) 按如图甲所示装置将纸带固定，穿过打点计时器，提着纸带，让重物静止在靠近打点计时器的地方，接通电源，待打点稳定后松开手。
 (2) 重复后，取 1、2 点的距离接近 2mm，且点迹清晰的纸带，测各点到 0 点的距离。



频率不稳定，造成打点的时间间隔不完全相同

$$\frac{s}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$$
 图像斜率为 $\frac{1}{2}a$ 可求加速度。

4. 由 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$



环节一：方案的设计与交流

小组轮流展示汇报实验方案，其他同学认真思考并提出该方案可行否，有无需要修改的地方。

环节一设计目的：

充分调动学生的主动性和积极性，学生发散思维、集思广益、团结协作，提高科学探究能力。

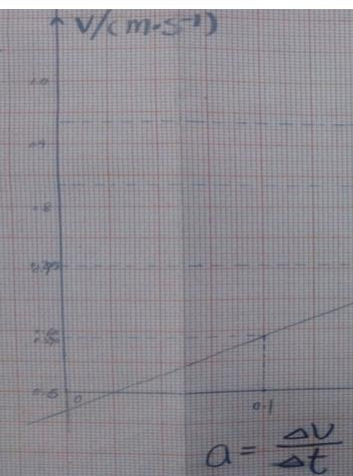


环节二：小组实验与展示

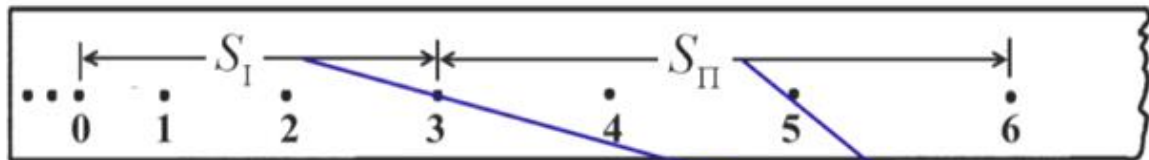
- 小组根据自己设计的实验方案合作完成实验，并设计表格记录实验数据。
- 实验操作完成后，小组合作进行数据处理，并展示数据处理的过程和方法，以及交流实验心得。



学生分工合作，老师巡视指导



$s_1 = 3.4\text{cm}$
 $s_2 = 4.1\text{cm}$
 $s_3 = 5.0\text{cm}$
 $s_4 = 5.8\text{cm}$
 $s_5 = 6.9\text{cm}$
 $s_6 = 7.7\text{cm}$



“逐差法”求匀变速直线运动的加速度

$$s_4 - s_1 = 3a_1T^2$$

$$s_5 - s_2 = 3a_2T^2$$

$$s_6 - s_3 = 3a_3T^2$$

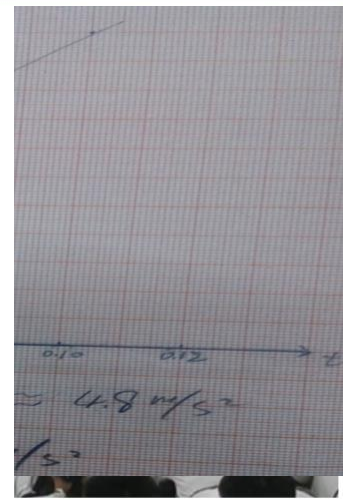
$$a = \frac{\Delta X}{T'^2} = \frac{S_{II} - S_I}{(3T)^2}$$

$$a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$$

$$T' = 3T$$

“逐差法”的实质是将纸带分为“两大段”

$a \approx 0.1010 \text{ m/s}^2$



究结果

环节二设计目的：
 使课堂动态生成，学生亲身
 经历实验操作与探究过程。



环节三：实验创新与改进

3. 为研究实验小车沿斜面向下运动的规律，把打点计时器纸带的一端固定在小车上，小车拖动纸带运动时，纸带上打出的点如图 2.1-6 所示。

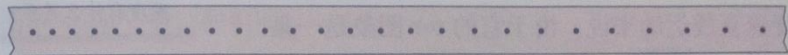


图 2.1-6 一次实验的纸带

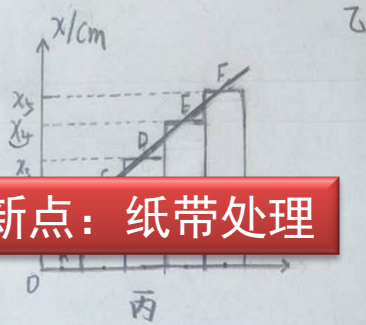
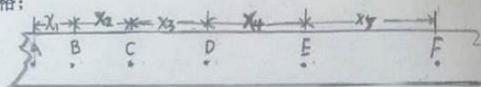
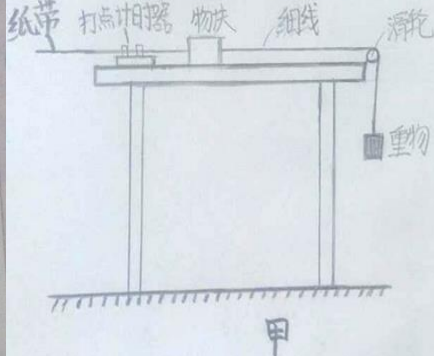
(1) 某同学用以下方法绘制小车的 $v-t$ 图象。先把纸带每隔 0.1 s 剪断，得到若干短纸条。再把这些纸条并排贴在一张纸上，使这些纸条下端对齐，作为时间坐标轴，标出时间。最后将纸条上端中心连起来，于是得到 $v-t$ 图象。请你按以上办法（用一张薄纸压在图 2.1-6 的纸带上）绘制这个图象。

(2) 这样做有道理。

必修一 第二章第1节

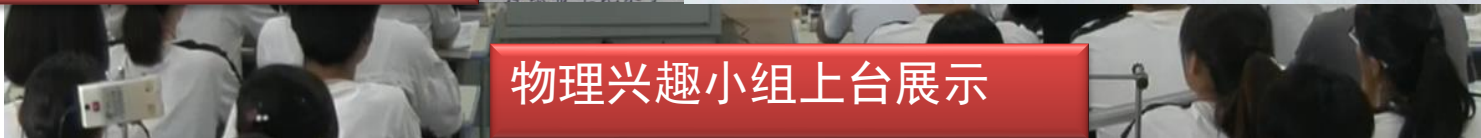
方案要点：

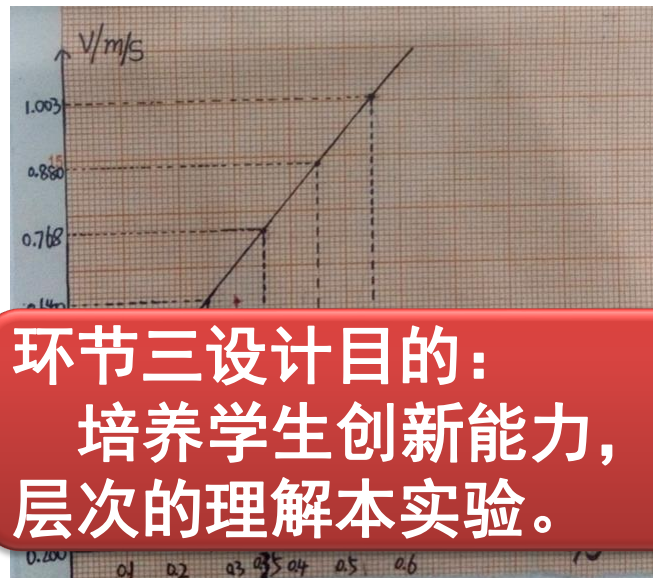
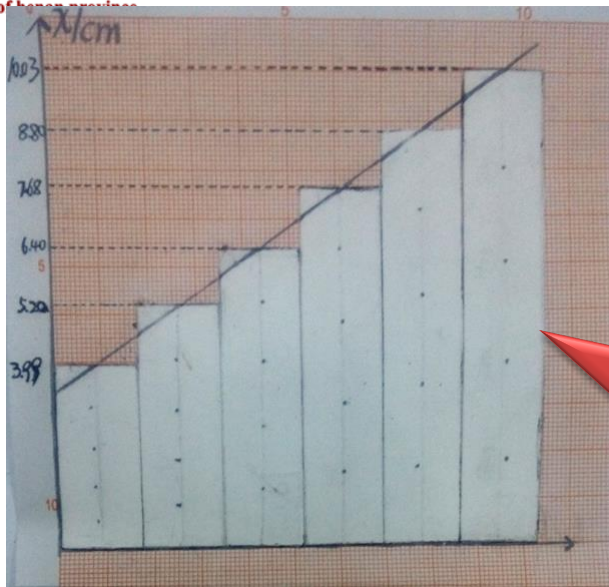
1. 画出实验装置图；
2. 简要写出实验原理、步骤和绘制测量数据表格；
3. 如何处理纸带？如何求加速度？
4. 实验可能存在哪些误差？



创新点：纸带处理

物理兴趣小组上台展示





环节三设计目的：
培养学生创新能力，更深层次的理解本实验。

思路：以图中的 x 轴作为时间轴，以纸带的宽度表示相等的时间间隔 $T=0.1s$ ，每段纸带上最上端中点对应 v 轴上的速度恰好表示每段时间的中间时刻的瞬时速度，即 $v_n = \frac{v_n}{T}$ ；因此可以用纸带的长度表示每小段时间中间时刻的瞬时速度，将纸带上端中间各点连接起来，可得到 $v-t$ 的图象。



课堂小结 你的收获?

- 实验方案的设计。
- 打点计时器的使用。
- 处理纸带信息的方法，并会求瞬时速度和加速度。

课后延伸

- 完善实验报告，并到实验室做其他组设计的实验。
- 除了用打点计时器，你还有什么设计方案？

提示：光电计时器、频闪仪、光电门、数码相机连拍等。



河南省淮阳中学
Huaiyang middle school of henan province

感谢您的支持!

